

В.И. Ландика. – Донецк: ДонНУ, 2002. – 200 с. 3. *Онищенко О.А.* Модель холодильной установки с автоматизированным электроприводом компрессора / О.А. Онищенко // Холодильная техника и технология (прилож. к журналу от 14.10.2005). – 2005. – С. 120-129. 4. *Карпович О.Я.* Расширение диапазона регулирования производительности микрокомпрессоров средствами автоматизированного электропривода / О.Я. Карпович, О.А. Онищенко // Матер. міжн. наук.-техн. конф. “Сучасні проблеми холодильної техніки і технології”. – Одеса: ОДАХ, 2011. – С. 63-65. 5. Проектирование поршневого компрессора холодильных машин и тепловых насосов / [Л.И. Морозюк, Т.В. Морозюк, Л.В. Ястребова и др.]; под. ред. Л.И. Морозюк. – Одесса: ОГАХ, 2003. – 75 с. 6. *Якобсон В.Б.* Малые холодильные машины / В.Б. Якобсон. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 368 с. 7. *Зеликовский И.Х.* Малые холодильные машины и установки: Справочник / И.Х. Зеликовский, Л.Г. Карлан. – М.: Агропромиздат, 1989. – 672 с.

*Поступила в редколлегию 20.03.2012*

## УДК 656.138

*Л.С. АБРАМОВА*, канд. техн. наук, доц., ХНАДУ, Харків

*І.С. НАГЛЮК*, канд. техн. наук, доц., ХНАДУ, Харків

*Г.Г. ПТИЦЯ*, асист., ХНАДУ, Харків

### АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ

Наведено результати аналізу наукових напрямків дослідження визначення коефіцієнтів приведення різних типів автотранспортних засобів до легкового автомобіля, які впливають на визначення складу транспортного потоку та його інтенсивності.

**Ключові слова:** інтенсивність, склад транспортного потоку, коефіцієнт приведення, транспортний засіб

Приведены результаты анализа научных направлений исследования определения коэффициентов приведения разных типов автотранспортных средств к легковому автомобилю, которые влияют на определение состава транспортного потока и его интенсивности.

**Ключевые слова:** интенсивность, состав транспортного потока, коэффициент приведения, транспортное средство

The results of scientific directions analysis aimed at estimating a coefficient of reduction of different kinds of transport means influencing on the determination of a traffic flow structure and its intensity to a motor car have been given.

**Keywords:** intensity, traffic flow structure, transport system, coefficient of reduction.

#### 1. Вступ

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), щороку в дорожньо-транспортних подіях (ДТП) в світі гинуть і отримують поранення більше 20 мільйонів чоловік, а щорічні сумарні економічні втрати перевищують 500 мільярдів доларів. За даними Всесвітнього банку 2011 року, Україна займає 4-е місце в східноєвропейському регіоні по економічних втратах від ДТП (близько 5 млрд. \$). Перші три позиції – Росія, Туреччина, Польща.

У процесі дорожнього руху, що характеризується високою інтенсивністю руху автотранспорту, в який залучена величезна кількість людей і транспортних засобів, забезпечення безпеки дорожнього руху стає однією з серйозних

соціально-економічних проблем, від успішного вирішення яких, в значній мірі, залежать не лише життя та здоров'я людей, але й розвиток економіки країни в цілому.

Найбільш дієвим підходом для вирішення ситуації, що склалася, є максимально ефективно застосування засобів підвищення рівня безпеки за рахунок методів організації дорожнього руху.

На основі аналізу вітчизняного та закордонного досвіду, інженерна діяльність з організації дорожнього руху може бути представлена в вигляді п'яти укрупнених блоків (рис). [1]

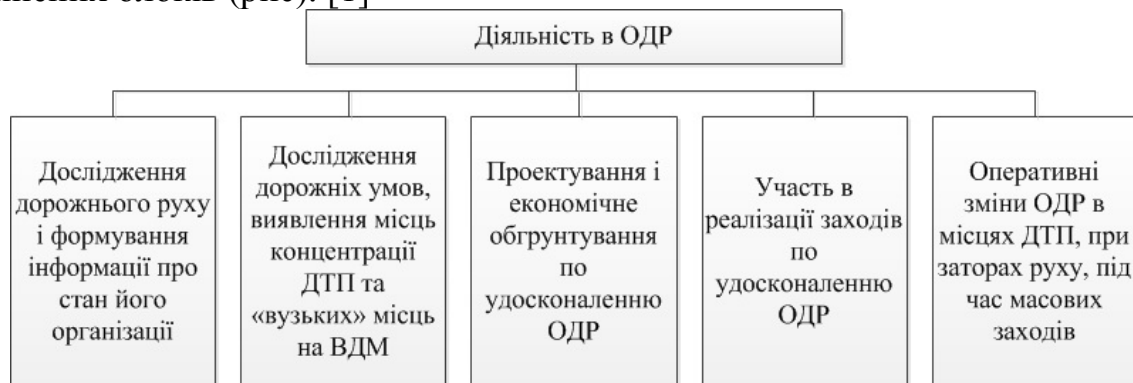


Рис. Напрямки діяльності в організації дорожнього руху

З наведеної класифікації можна зробити висновок щодо важливості та необхідності отримання достовірної та коректної інформації стосовно параметрів дорожнього руху. Дані інтенсивності руху є підставою для розрахунків параметрів установки дорожніх знаків, сигнальних пристроїв, для вирішення питання про виділення вулиць з одностороннім рухом, для вибору маршрутів, розміщення стоянок, заборони зупинок і розворотів транспортних засобів. В якості вихідних даних застосовується значення інтенсивності руху транспортного потоку (ТП) при проектуванні доріг і для обґрунтування реконструкції існуючих ділянок вулично-дорожньої мережі (ВДМ). [2]

Але визначення інтенсивності в значній мірі залежить від складу ТП. Склад транспортного потоку визначається спів відношенням в ньому транспортних засобів різного типу. Цей показник надає значний вплив на всі параметри дорожнього руху. В свою чергу, склад транспортного потоку в значній мірі залежить від складу парку автомобілів в данному регіоні. В Україні за даними Державної служби статистики від 2011 року, на обліку знаходяться 7,5 млн. одиниць транспортних засобів (72% легкових автомобілів, 15% мотоциклів и мотороллерів, 10% вантажних автомобілів, 2% автобусів та 1 % автомобілів інших видів).

Відомо, що склад транспортного потоку впливає на рівень завантаження доріг (обмеженість руху), що пояснюється, перш за все, істотною різницею в габаритних розмірах автомобілів. Проте різниця в габаритних розмірах не є єдиною причиною необхідності спеціального обліку складу потоку при аналізі інтенсивності руху. [1,3] При русі в транспортному потоці важлива різниця не лише в статичному, але й в динамічному габариті автомобіля. Тому існує проблема в визначенні коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля, так як цей параметр суттєво впливає на визначення інтенсивності ТП на ВДМ.

Мета роботи: дослідити сучасний стан методів визначення складу транспортного потоку та коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля.

## 2. Постановка задачі дослідження

Інтенсивність руху транспорту визначається кількістю транспортних засобів, що проходять через перетин проїзної частини в одиницю часу (година, доба, рік) в одному або двох напрямках. За одиницю визначення інтенсивності прийняті натуральні та приведені одиниці. *Натуральними одиницями* є кількість різних видів транспорту: легковий і вантажний автомобіль, автопоїзд, автобус, тролейбус, велосипед, мототранспорт. Склад ТП визначається співвідношенням транспортних засобів різного типу. Цей показник впливає на більшість параметрів дорожнього руху. За *приведену одиницю* виміру прийнятий легковий автомобіль, решта транспортних засобів приводяться до легкового автомобіля за допомогою коефіцієнтів приведення за формулою:

$$N_{np} = \sum_i^n k_i \cdot N_{i_{nat}} \quad (1)$$

де  $N_{np}$  – інтенсивність руху транспорту в приведених одиницях;

$k_i$  – коефіцієнт приведення  $i$ -го виду транспорту до легкового автомобіля, що приймається з таблиці 1 відповідно до рекомендацій СНіП і ДБН [4, 5];

$N_{i_{nat}}$  – інтенсивність руху  $i$ -го виду транспорту в натуральних одиницях.

В Україні при розрахунках інтенсивності коефіцієнти приведення мають бути прийнят із таблиці 1 відповідно до СНіП і ДБН [4, 5] або згідно керівництва з проектування вулиць і доріг [6] іДСТУ [7].

В нашій країні коефіцієнти приведення до легкового автомобіля приймаються відповідно до нормативного документа ДБН В.2.3-4:2007 «Споруди, транспорту. АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ». Цей нормативний документ не розглядає диференційовано різні умови руху (перегони доріг і вулиць, різні типи перехресть і т. д.), а тільки передбачає постійні коефіцієнти для різних елементів дорожніх мереж і вулично-дорожніх мереж міст. В основі цих коефіцієнтів приведення — співвідношення динамічних габаритів транспортних засобів під час руху на перегонах [4,5]. Виключенням є кільцеві перехрестя, для розрахунків котрих застосовуються коефіцієнти приведення, засновані на співвідношенні мінімальних інтервалів між автомобілями різних типів під час руху безпосередньо на перехрестях цього типу [8].

Приведена інтенсивність руху до легкових автомобілів використовується при розрахунку режиму регулювання та величин транспортних затримок. При проведенні обстеження має бути підрахована кількість різних типів транспортних засобів, що прибувають до регульованого перехрестя, а потім автомобілі різних типів мають бути приведені до еквівалентної кількості приведених легкових автомобілів. Коефіцієнт приведення до легкового автомобіля є величиною, яка показує, якою кількістю легкових автомобілів можна замінити той або інший тип транспортногозасобу.

Для транспортних засобів, що мають великі габарити та вимагають більшого часу для проїзду через перехрестя, в порівнянні з легковими автомобілями, коефіцієнти приведення до легкового автомобіля перевищують значення 1,0. Це

також зумовлено їх нижчими показниками динамічних характеристик. Але зараз відомо декілька методів визначення коефіцієнтів приведення, які потребують аналізу доцільності застосування в дослідженнях.

Таблиця 1. Коефіцієнти приведення відповідно до СНіП і ДБН

Транспортні засоби	Коефіцієнти приведення	Транспортні засоби	Коефіцієнти приведення
1	2	3	4
Легкові автомобілі	1	Вантажні автомобілі вантажопід'ємністю, т:	
Мотоцикли з коляскою	0,75	до 2	1,5
Мотоцикли та мопеди	0,5	до 6	2
Велосипеди	0,3	до 8	2,5
Автобуси прості, в тому числі	2,5	до 14	3
малої місткості (25–50 пас.)	1,5	св. 14	3,5
середньої місткості (50– 75 пас.)	2,0	Автопоїзди вантажопід'ємністю, т:	
великої місткості (75– 100 пас.)	2,5	до 12	3,5
особливо великої місткості, з'єднані (більш 100 пас.)	4,0	до 20	4
Тролейбуси	3	до 30	5
З'єднані тролейбуси	4	більше 30	6

### 3. Основна частина

За останні 30-40 років за кордоном було проведено велику кількість досліджень, спрямованих на виявлення впливу різних типів транспортних засобів на пропускну спроможність регульованого перехрестя.

Так, наприклад, Вебстер [12] оцінював коефіцієнти приведення автомобілів більшої та середньої вантажопідйомності до легкового автомобіля (personal care equivalents). Загальне значення величини коефіцієнта приведення в його розрахунках складає 1,75.

Міллер [13] отримав значення коефіцієнта приведення для тих самих типів автомобілів = 1,85. При цьому, його дослідження базувалися на визначенні додаткового часу, необхідного транспортним засобам даного типу для перетинання перехрестя, в порівнянні з легковими автомобілями.

Branston в 1978 р. визначив величину коефіцієнта приведення для вантажних автомобілів як 1,74 [14]. Пізніше, в 1979 році Branston визначає величину коефіцієнтів приведення методом регресійного аналізу, досліджуючи при цьому прямо направлений рух. Відповідно до нього коефіцієнти приведення дорівнюють 1,35 для автомобілів середньої 1,68 для автомобілів великої вантажопідйомності.

Stuart в 1978 році дослідив ефект впливу АТЗ на пропускну спроможність ВДМ автомобілів, що не значно відрізняються від легкових за габаритами [15]. Він визначив, що довжина автомобіля значно впливає на величину часового інтервалу між транспортними засобами при роз'їзді на перехресті.

Для порівняння коефіцієнти приведення до легкового автомобіля, отримані різними авторами, зведені в таблицю 2. Особливо слід підкреслити відмінність результатів досліджень від тих значень, що наводяться в ДБН.

Це ще раз підтверджує необхідність корегування значень коефіцієнтів приведення.

Слід так само відзначити близькість значень коефіцієнтів, отриманих Врубелем Ю.А та Sosin J. [16], хоча ними використовувалися абсолютно різні вихідні теоретичні передумови та методики проведення досліджень.

Таблиця 2. Коефіцієнти приведення до легкового автомобіля

Тип транспортного засобу	Коефіцієнти приведення до легкового автомобіля по даним різних авторів				
	Вебстер	Branston D.	Sosin J.	Врубель Ю.А	ДБН В.2.3 -4: 2007
1	2	3	4	5	6
Мотоцикли	0,33	0,15	0,6	0,7	0,5-0,75
Вантажні автомобілі: До 2 т.	-	-	-	-	1,5
2 – 6 т.	1,75	1,35	1,6	1,4	2
Більш 6 т.	1,75	1,68	-	-	2,5-3,5
Автопоїзди	-	-	2,8	2,3	3,5-6
Автобуси	2,25	1,65	1,7	2,0	3
Тролейбуси	-	-	-	2,0	-
З'єднані автобуси або тролейбуси	-	-	2,8	2,6	-

В результаті виконаних в 2003 р. детальних досліджень, А. Г. Левашов отримав коефіцієнти приведення до легкового автомобіля для регульованих перехресть і розробив методику їх визначення, засновану на використанні регресійної моделі [17]

$$T = \alpha + \sum_{j=1}^{j=m} \beta_j \cdot X_j + \varepsilon \quad (2)$$

де  $T$  – час, необхідний для роз'їзду черги транспортних засобів на перехресті, після включення зеленого сигналу, с;

$\alpha$  – величина затримки, пов'язана з розгоном автомобілів до швидкості, яка переважає при насиченні (стартова затримка), с;

$\beta_j$  – параметри регресійної моделі, що виражають величини тимчасових інтервалів транспортних засобів типу  $j$ , с;

$X_j$  – кількість транспортних засобів типу  $j$  в черзі;

$\varepsilon$  – помилка, що відображає час, викликаний додатковими чинниками, які не враховуються в моделі, с.

В американському керівництві щодо визначення пропускної спроможності доріг (HighwayCapacityManual) прийнято підрозділяти всі типи транспортних засобів на легкові та вантажні транспортні засоби [18]. При цьому вантажними транспортними засобами вважаються ті, які мають більше ніж 4 колеса. В американському керівництві з пропускної спроможності доріг (HCM 2000) для всіх видів транспортних засобів, що відрізняються від легкових автомобілів, пропонується усереднений коефіцієнт приведення до легкового автомобіля, рівний 2,0.

Аналогічно американському керівництву, така ж класифікація використовується в новітньому німецькому керівництві з проектування засобів регулювання дорожнього руху (Handbuch fuer die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen, 2001) [19]. Очевидно що це пов'язано з прагненням дослідників розробити найбільш зручний спосіб обліку долі вантажних транспортних засобів у ТП.

З іншого боку в дослідженні, яке провели Kockelman K.M. та Raheel A.S. [20], основною метою було визначення коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля тих автомобілів, що незначно відрізняються від легкових автомобілів та мають також чотири колеса (автомобілі типу “Джип”). Результати цього дослідження наведено в таблиці 3.

#### 4. Аналіз існуючих підходів

Фахівці визнають необхідність використання для розрахунку впараметрів режимів регулювання та затримок спеціальні коефіцієнти приведення до легкових автомобілів [9, 10, 11, 12].

Таблиця 3. Коефіцієнти приведення за результатами роботи Kockelman K.M. і Raheel A.S. [20]

Тип автомобіля	Рух прямо	Рух ліворуч	Рух праворуч
“Джип” (SmallSuv)	1,07	0,96	1,08
Автобус малої місткості (Van)	1,34	1,06	1,19
Автомобіль з кузовом на базі легкового автомобіля (Pickup)	1,14	1,08	1,16

Слід зазначити, що в дослідженні А.Г. Левашова обстежувалися лише смуги прямого напрямку. Тому, для отримання опису параметрів транспортного потоку на регульованому перехресті, необхідно провести ряд досліджень, спрямованих на визначення коефіцієнтів приведення транспортних засобів, що рухаються не лише різними смугами руху (напрямок; ширина смуги), але й підходами до перехрестя з різними ухилами. Отримані коефіцієнти приведення, на думку авторів, дозволять підвищити якість проектування регульованих перехресть, а також проводити оцінку їх ефективності. [21, 22]

В американському та німецькому керівництві за результатами обробки статистичних даних, дослідники зробили наступний висновок: величина часового інтервалу, а також коефіцієнта приведення до легкового автомобіля для автомобілів типу “Джип” відрізняється від відповідних значень для легкового автомобіля. Отже, запропонована в американському керівництві класифікація типів транспортних засобів з самого початку закладає певну погрішність

визначення величини потоку насичення в реальних умовах, а також з визначення величини пропускнуєї спроможності елементів регульованого перехрестя.

Також слід відзначити, що класифікації транспортних засобів, наведені в американському і німецькому керівництві мають підстави. Проте, на думку А.Г. Левашова, для транспортних засобів, частка яких переважає на регульованих перехрестях (мікроавтобуси, вантажні автомобілі середньої вантажопідйомності, автобуси малої місткості), слід визначати окремі коефіцієнти приведення.[22]

## 5. Висновки

1) Не завжди обирається детальна класифікація типів транспортних засобів, а існує лише розподіл на легкові та вантажні. 2) Для первинної обробки даних з визначення інтенсивності достатньо використовувати значення ДСТУ та СНіП. 3) Для більш детального та точного аналізу необхідно використовувати коефіцієнти приведення визначені для приватних випадків, тобто вибір методу визначення коефіцієнту приведення залежить від задач дослідження та необхідної точності виміру інтенсивності ТП.

**Список літератури:** 1. *Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б.* Организация дорожного движения: Учеб. Для вузов. – 5 изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с. 2. *Хомяк Я.В.* Организация дорожного движения: Учебник для вузов. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986, - 271 с. 3. *Пугачев И.Н.* Организация и безопасность движения: Учеб. пособие /И. Н. Пугачёв. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2004. –232 с. 4. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги / Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с. 5. ДБН В.2.3-4:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. 6. СНиП 2.07.01-89\*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских территорий / Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 56 с. 7. ГОСТ 20444-85. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. 8. Методические указания по проектированию кольцевых пересечений на автомобильных дорогах. Минавтодор РСФСР. – М.: Транспорт, 1980. – 76 с. 9. *Врубель Ю.А.* О потоке насыщения. Белорус. политех. ин-т. Минск, 1988. – 7 с. – Рук. деп. в ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, № 663 – ат 89. 10. *Branston D.* Some factors affecting the capacity of signalized intersection. – Traffic Eng. and Contr., 1979, v20, N8-9, p. 390 – 396. 11. *Spicer B.R.* Variation in vehicle conflicts at T- junctions and comparison with recorded collisions. – TRRL Suppl. Rept. 1980, N 557, p. 90 – 106. 12. *Webster F.V., Cobbe B.M.* Traffic Signals | Road Research Technical Paper N56, HMSQ, London, 1966 – 111 p. 13. *Miller A. J.* The Capacity of Signalized Intersections in Australia. // Australian Road Research Board, ARRB Bulletin No.3, 1968. 14. *Branston D.* A comparison of observed and estimated queue lengths at oversaturated traffic signals. // Traffic Eng. and Contr., 1978, v19, N7, p. 322 – 327. 15. *Tarko A.* Traffic Flow at Signalized Intersections // Traffic flow theory, Chapter 9, 32 p. [www.tfhrc.gov/its/tft/chap9.pdf](http://www.tfhrc.gov/its/tft/chap9.pdf). 16. *Sosin J.A.* Delays at intersections controlled by fixed cycle traffic signals. // Traffic Eng. and Contr., 1980, v21, N5, p. 264 – 265. 17. *Левашев А.Г., Михайлов А.Ю.* Основные параметры оценки пропускной способности регулируемых пересечений // ВИНТИ. – 2004. – №3. – С. 14 – 19. 18. *Highway Capacity Manual.* // TRB, Washington, DC, 2000. – 1134 p. 19. Handbuch fuer die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen (HBS 2001). – Forschungsgesellschaft fuer Strassenund Verkehrswesen, Koeln, Januar 2002. 20. *Kockelman K.M. and Raheel A.S.* Effect of vehicle type on the capacity of signalized intersections. – The University of Texas at Austin, 1999. - 23 p. [http://www.ce.utexas.edu/prof/kockelman/public\\_html/ASCELDTS\\_habih.pdf](http://www.ce.utexas.edu/prof/kockelman/public_html/ASCELDTS_habih.pdf). 21. *Левашев А.Г. Михайлов А.Ю. Головных И.М.* Проектирование регулируемых пересечений: Учеб. пособие – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 208 с. 22. *О.В. Денисенко, А.С. Филимонова.* Некоторые аспекты определения коэффициентов приведения к легковому автомобилю. Автомобильный транспорт. -2010. –вып. №26. 115-118с.

Поступила в редколлегию 21.03.2012